

(19)



(11)

**EP 2 687 359 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**29.06.2016 Patentblatt 2016/26**

(51) Int Cl.:  
**B30B 1/26 (2006.01)**

**B30B 1/42 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **12176812.1**

(22) Anmeldetag: **18.07.2012**

(54) **Maschine und Verfahren zur Verbesserung der Genauigkeit einer nicht linearen Bewegung eines Maschinenelements**

Machine and method for improving the precision of a non-linear movement of a machine element

Machine et procédé d'amélioration de la précision d'un mouvement non linéaire d'un élément de machine

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

• **Saffer, Andreas**  
**91330 Eggolsheim/Bammersdorf (DE)**  
• **Schäfers, Elmar**  
**90763 Fürth (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.01.2014 Patentblatt 2014/04**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 2 174 748 EP-A1- 2 319 636**  
**EP-A2- 1 892 083 WO-A1-2005/071817**  
**WO-A1-2007/091935 WO-A1-2010/072186**  
**DE-A1- 19 913 710 DE-A1-102006 056 520**  
**JP-A- 2003 094 197**

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**  
**80333 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Herdegen, Nikolaus**  
**90475 Nürnberg (DE)**

**EP 2 687 359 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Maschine mit einem Exzenterantrieb, wobei ein erster Motor ein Exzenterelement in eine Drehbewegung einer bestimmten Drehrichtung versetzt und wobei das Exzenterelement ein mechanisch mit dem Exzenterelement gekoppeltes Maschinenelement antreibt und in eine Bewegung mit periodisch wechselnder Bewegungsrichtung versetzt. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Verbesserung der Genauigkeit einer nicht-linearen Bewegung eines angetriebenen Maschinenelements einer derartigen Maschine.

**[0002]** Häufig führen bestimmte Maschinenelemente einer Maschine, z.B. Werkzeuge, Bewegungen mit periodisch wechselnder Bewegungsrichtung aus. Dies können z.B. lineare Bewegungen (auf und ab, vor und zurück) sein, z.B. bei einem Presszylinder einer Presse, oder Bewegungen entlang eines Kreisbogens, z.B. bei einem Schneidwerkzeug. Der Antrieb erfolgt dabei oft mittels eines Exzenterantriebs, bei dem ein von einem Motor angetriebenes und in einer bestimmten Drehrichtung rotierendes Exzenterelement (Exzenter Scheibe, Exzenterwelle, Exzenterstange, Kurbel usw.) mittels einer geeigneten Mechanik (Schubstange, Schleppkurbel usw.) die rotierende Bewegung in die gewünschte Bewegung mit periodisch wechselnder Bewegungsrichtung überträgt.

**[0003]** Der Vorteil eines derartigen Aufbaus einer Maschine liegt darin, dass sich bei hohen Drehzahlen des rotierenden Systems mit hohen Beschleunigungen und Geschwindigkeiten verbundene Bewegungen des Maschinenelements realisieren lassen, ohne dass der Antrieb die zur jeweiligen Bewegungsumkehr des Maschinenelements benötigte Wechselleistung aufbringen muss. Stattdessen wird diese Wechselleistung zum Großteil im mechanischen System gepuffert. Hierfür hat das Exzenterelement vorteilhaft die für die jeweilige Maschine bzw. den Antrieb der Maschine erforderliche Schwungmasse.

**[0004]** Bei hohen Drehzahlen des antreibenden Motors und entsprechend häufigen Richtungswechseln des angetriebenen Maschinenelements leidet jedoch die Genauigkeit der Bewegung des angetriebenen Maschinenelements. Die innerhalb des mechanischen Systems auftretenden dynamischen Kräfte führen zu Verformungen und es können Eigenfrequenzen angeregt werden. Eine Steigerung der Motordrehzahl über eine bestimmte Drehzahl hinaus scheitert bei praktischen Anwendungen oft daran, dass die geforderte Genauigkeit der Bewegung des angetriebenen Maschinenelements nicht mehr gewährleistet werden kann. Dies liegt insbesondere daran, dass die auf das angetriebene Maschinenelement einwirkenden Beschleunigungskräfte in etwa im Quadrat mit der Drehzahl wachsen.

**[0005]** Aus der Offenlegungsschrift EP 2 174 748 A1 sind eine Werkzeugmaschine und ein Verfahren zur Dämpfung von Schwingungen eines Maschinenelements einer Werkzeugmaschine bekannt, bei denen ein Maschinenelement mittels eines ersten Motors in einer Verfahrrichtung über ein Getriebe verfahrbar ist, wobei ein zweiter Motor vorgesehen ist, mittels dessen eine Kraft in Verfahrrichtung des Maschinenelements auf das Maschinenelement ausübbar ist. Dabei ist der zweite Motor als Linearmotor ausgebildet, der direkt, d.h. ohne ein zwischen diesem Motor und dem Maschinenelement zwischengeschaltetes Getriebe, die Kraft auf das Maschinenelement ausübt.

**[0006]** Aus der DE 10 2006 056 520 A1 ist eine Presse mit einer Kurvenkorrekturvorrichtung bekannt, die zusätzlich zu einem Hauptantrieb einen Verstellantrieb aufweist, der dazu genutzt werden kann, die von der Pressenkinematik sonst vorgegebene Pressenwinkel/Stößelhub-Kurve dynamisch zu ändern. Insbesondere kann damit ein Umformverfahren durchgeführt werden, bei dem der bewegte Werkzeugteil eines Umformwerkzeugs mit einer Geschwindigkeit von 0 oder nahe 0, d.h. sanft, auf das Werkstück aufsetzt.

**[0007]** Aus der EP 1 892 083 A2 ist eine Presse bekannt, die für unterschiedliche Anwendungsfälle (Erzeugen eines hohen Drucks bzw. einer sehr schnellen Bearbeitung) mit zwei Linearmotoren mit unterschiedlichen Eigenschaften ausgestattet ist. Die beiden Linearmotoren können unabhängig voneinander angesteuert werden.

**[0008]** Ebenso ist aus der WO2007/091935 A1 eine Presse bekannt, deren Stößel durch zwei Motoren antreibbar ist. Der zweite Motor dient insbesondere dazu, die Bewegungsgeschwindigkeit des Stößels in den Arbeitsphasen zu vergrößern, in denen die Presse keinen Druck erzeugt.

**[0009]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Genauigkeit der Bewegung eines periodisch mit wechselnder Bewegungsrichtung bewegten Maschinenelements zu verbessern.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch eine Maschine mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Ferner wird die Aufgabe mit den im Patentanspruch 6 angegebenen Verfahrensschritten gelöst.

**[0011]** Der Vorteil der Erfindung liegt darin, dass die Bewegungsaufgabe auf zwei Antriebe verteilt wird. Ein erster Motor versetzt ein Exzenterelement in Rotation, d.h. in eine rotierende Drehbewegung einer bestimmten Drehrichtung. Das Exzenterelement ist als Exzenter Scheibe ausgebildet und weist eine bestimmte Schwungmasse auf. Über diese Kinematik wird die Grundbewegung des angetriebenen Maschinenelements mit periodisch wechselnder Bewegungsrichtung hergestellt. Dabei lässt sich insbesondere bei hohen Drehzahlen nicht die gewünschte Genauigkeit der Bewegung erreichen. Gemäß der Erfindung wird die gewünschte Genauigkeit dadurch erreicht, dass an dem angetriebenen Maschinenelement ein Linearmotor wirkt. Vorteilhaft erfasst ein Messsystem die Bewegung des angetriebenen Maschinenelements, vergleicht die Messwerte mit vorgegebenen Sollwerten und steuert über einen Antriebsregelkreis

den Linearmotor derart an, dass dieser die zur Korrektur der Bewegung erforderliche Kraft erzeugt. Da die Grundbewegung bereits vorhanden ist, sind Beschleunigungs- bzw. Bremskräfte durch den Linearmotor für die Grundbewegung nicht aufzubringen. Es müssen nur die Kräfte zur Korrektur der Bewegung erzeugt werden.

**[0012]** Die Erfindung bietet den Vorteil, dass damit kürzere Zykluszeiten bei der Bewegung des angetriebenen Maschinenelements erreicht werden und damit die Produktivität der Maschine gegenüber einer Maschine mit konventionellem Antrieb erhöht wird. Ein weiterer Vorteil ist die schnelle und einfache Änderbarkeit der Sollkurven in der Steuerung gegenüber der bislang notwendigen aufwändigen Änderung mechanischer Elemente.

**[0013]** Liegt die Bewegungsfrequenz des angetriebenen Maschinenelements oberhalb der Eigenfrequenz, mit der das angetriebene Maschinenelement gegenüber der Kinematik bzw. Gegenüber dem Exzenterelement schwingt, sind die Kräfte zur Korrektur der Bewegung nur die Trägheitskräfte des angetriebenen Maschinenelements.

**[0014]** Vorteilhaft wird bei der erfindungsgemäßen Anordnung bei dem verwendeten Linearmotor das bekannte Prinzip der Impulskopplung eingesetzt.

**[0015]** Ferner kann es vorteilhaft sein, das Exzenterelement weich zu lagern, so dass der Linearmotor zur Korrektur das ganze System (einschließlich dem Exzenterelement) bewegen kann und bei sonst steifer Mechanik nicht gegen die Lagerkräfte ankämpft, insbesondere wenn die Eigenfrequenz des Gesamtaufbaus unterhalb der Drehzahl des ersten Motors liegt.

**[0016]** Darüber hinaus kann es vorteilhaft sein, nur das angetriebene Maschinenelement "weich" anzubinden, so dass deren Eigenfrequenz unterhalb der Drehzahl liegt. Auch wäre es denkbar, die Eigenfrequenz des angetriebenen Maschinenelements genau der Drehzahl anzugleichen, so dass die Kräfte zur Korrektur klein wären, da das System bei dieser Frequenz mit großen Amplituden bei kleiner Krafteinleitung reagiert.

**[0017]** Erfindungsgemäß ist bei dem Linearmotor, der einen Ständer und einen Läufer umfasst, der Läufer direkt an dem angetriebenen Maschinenelement befestigt. Das angetriebene Maschinenelement bildet damit sozusagen gleichsam den Läufer des Linearmotors. Dadurch können mechanische Verbindungselemente entfallen, wodurch sich die Bewegung des angetriebenen Maschinenelements noch genauer steuern lässt. Außerdem führt die Doppelfunktion des angetriebenen Maschinenelements zu einer Reduzierung des Platzbedarfes und zu einer Kostenreduktion.

**[0018]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- FIG 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Maschine,
- FIG 2 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Maschine, und
- FIG 3 ein Strukturbild zur Regelung einer erfindungs-

gemäßen Maschine.

**[0019]** Bei der erfindungsgemäßen Maschine gemäß Figur 1 versetzt ein Motor 1 eine Exzeterscheibe 2 in eine Drehbewegung einer bestimmten Drehzahl (Drehfrequenz). Eine Schubstange 4 überträgt die Drehbewegung der Exzeterscheibe 2 auf ein Werkzeug 3, das durch seitliche Führungen 7 geführt wird und daher lediglich eine periodische Auf- und Abbewegung ausführt. Bei dem Werkzeug 3 handelt es sich z.B. um einen Presszylinder einer Presse. Um eine geforderte Genauigkeit bei der Auf- und Abbewegung des Werkzeugs 3 einhalten zu können, ist an dem Werkzeug 3 erfindungsgemäß direkt ein Läufer 5B eines Linearmotors befestigt, der zusammen mit einem Ständer 5A den Linearmotor 5A, 5B bildet.

**[0020]** Zur Regelung des Antriebsstroms und damit der Antriebskraft des Linearmotors 5A, 5B, ist eine Steuer- und Regeleinrichtung 10 vorhanden, in die der mittels eines Sensors 8 in Verbindung mit einem Maßstab 9 erfasste Istwert der Position des Werkzeugs 3 eingeht. Die Steuer- und Regeleinrichtung 10 ermittelt aus einem Vergleich des Istwerts mit einem vorgegebenen Sollwert geeignete Betriebsparameter zur Ansteuerung des Linearmotors 5A, 5B. Ferner steuert die Steuer- und Regeleinrichtung 10 auch die Drehzahl des Motors 1.

**[0021]** Ein gegenüber Figur 1 leicht abgewandeltes Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt Figur 2. Auch dabei treibt ein Motor 1' eine Exzeterscheibe 2' an, die in Verbindung mit weiteren mechanischen Elementen eine Rotationsbewegung mit einer bestimmten Drehzahl (Drehfrequenz) in eine Bewegung mit periodisch wechselnder Bewegungsrichtung überführt. Im Unterschied zu Figur 1 führt hier jedoch ein über eine Schubstange 4' angetriebenes Werkzeug 3', z.B. ein Schneidwerkzeug, eine Hin- und Her-Bewegung (Schwenkbewegung) entlang einer Kreisbahn aus. Analog zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist auch hier das Werkzeug 3' mit einem Läufer 5B' verbunden, der zusammen mit einem Ständer 5A' einen Linearmotor 5A', 5B' bildet. Auch dabei wird die exakte Position des Werkzeugs 3' mittels eines Sensors 8' in Verbindung mit einem Maßstab 9' ermittelt und an eine Steuer- und Regeleinrichtung 10' übermittelt, die aus einem Vergleich mit einem Sollwert bezüglich der aktuellen Position Regelparameter zur Ansteuerung des Linearmotors 5A', 5B' erzeugt.

**[0022]** Die im Prinzip anhand der Ausführungsbeispiele gemäß den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsformen von Maschinen lassen sich bei einer Vielzahl von Produktionsmaschinen, beispielsweise bei Textil-, Verpackungs- oder Werkzeugmaschinen, anwenden. Insbesondere verlaufen bei Webmaschinen die Bewegung des Webblattes entlang eines Kreisbogens und die der Webschäfte linear auf und ab. Bei Wirkmaschinen verläuft die Bewegung der Nadelbarren mit den Wirknadeln entlang eines Kreisbogens oder linear bzw. die Bewegung der Lochnadel entlang eines Kreisbogens mit über-

lagerter seitlicher Auslenkung. Die Vorteile der Erfindung sind bei diesen Anwendungen eine Erhöhung der Produktivität und der Flexibilität. Es können damit nämlich einerseits mehr Stoff (Fläche pro Zeiteinheit) und andererseits, da die entsprechenden Maschinen nicht mechanisch auf ein bestimmtes Artikelspektrum begrenzt sind, auch Stoffe mit anderen Eigenschaften (Maschengröße, Anzahl Maschen pro Zentimeter Fadeneinlauf, Schuss pro Zentimeter, Flächengewicht usw.) auf der gleichen Maschine produziert werden.

**[0023]** Figur 3 zeigt ein Beispiel zur regelungstechnischen Anpassung der dynamischen Steifigkeit an eine Störfrequenz. Um Regelungstechnisch eine Anpassung der dynamischen Steifigkeit an Störfrequenzen zu erreichen, kann vorteilhaft eine Vorgehensweise angelehnt an das bekannte Regelungsverfahren "Internal Model Control" (IMC) angewendet werden. Lässt sich eine Störgröße als homogene Lösung einer Differentialgleichung beschreiben, kann man vorteilhaft einen Regler, der nach dem IMC-Prinzip arbeitet, anwenden. Die Differentialgleichung muss dann in den Regelalgorithmus integriert werden. Dabei sind Stabilität und hinreichende Dämpfung des Regelkreises sicherzustellen. Erreicht wird letztendlich, dass für die Störfrequenz die Regelabweichung im stationären Zustand verschwindet. Beispielsweise sei  $f_0$  eine kritische Störfrequenz. Dann lassen sich alle möglichen Signalverläufe einer harmonischen Schwingung durch den Lösungsraum der homogenen Differentialgleichung

$$\ddot{z} + (2\pi f_0)^2 z = 0$$

beschreiben. Wird diese Differentialgleichung im Regelalgorithmus berücksichtigt, so ist die regelungstechnische Steifigkeit bei dieser Frequenz  $f_0$  unendlich. Figur 3 zeigt eine mögliche Struktur. Das Element mit der Übertragungsfunktion

$$\frac{1}{\frac{s^2}{(2\pi f_0)^2} + 1}$$

erzeugt bei stabilem Regelkreis eine verschwindende Regeldifferenz bei der Frequenz  $f_0$ . Der Regler  $R(s)$  stabilisiert den Regelkreis und setzt weitere Regelziele (z.B. stationäre Genauigkeit durch einen Integrator) durch.  $G(s)$  bezeichnet in Figur 3 die Regelstrecke.

#### Patentansprüche

1. Maschine mit einem Exzenterantrieb, wobei ein erster Motor (1; 1') ein Exzenterelement (2; 2') in eine

Drehbewegung einer bestimmten Drehrichtung versetzt und wobei das Exzenterelement (2; 2') ein mechanisch mit dem Exzenterelement (2; 2') gekoppeltes Maschinenelement (3; 3') antreibt und in eine Bewegung mit periodisch wechselnder Bewegungsrichtung versetzt, wobei das angetriebene Maschinenelement (3; 3') zusätzlich mit wenigstens einem Linearmotor (5A, 5B; 5A', 5B') gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Linearmotor (5A, 5B; 5A', 5B') einen Ständer (5A; 5A') und einen Läufer (5B; 5B') umfasst und der Läufer (5B; 5B') direkt an dem angetriebenen Maschinenelement (3; 3') befestigt ist, und dass das Exzenterelement (2; 2') als Exzenter Scheibe ausgebildet ist.

2. Maschine nach Anspruch 1, wobei das Exzenterelement (2; 2') weich gelagert ist.

3. Maschine nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Exzenterantrieb wenigstens ein elastisches Element enthält.

4. Maschine nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Maschine wenigstens ein Sensorelement (8; 8') umfasst, durch das die Position des angetriebenen Maschinenelements (3; 3') erfassbar ist.

5. Maschine nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Maschine wenigstens eine Steuer- und Regeleinrichtung (10; 10') umfasst, mittels der der Linearmotor (5; 5') derart ansteuerbar ist, dass eine Abweichung des angetriebenen Maschinenelements (3; 3') von einer vorgebbaren Sollposition kleiner als ein vorgegebbarer Differenzwert ist.

6. Verfahren zur Verbesserung der Genauigkeit einer nicht-linearen Bewegung eines angetriebenen Maschinenelements (3; 3'), wobei ein Exzenterelement (2; 2') durch einen ersten Motor (1; 1') in eine Drehbewegung einer bestimmten Drehrichtung versetzt wird und wobei ein mechanisch mit dem Exzenterelement (2; 2') gekoppeltes Maschinenelement (3; 3') durch das Exzenterelement (2; 2') angetrieben und in eine Bewegung mit periodisch wechselnder Bewegungsrichtung versetzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das angetriebene Maschinenelement (3; 3') zusätzlich durch einen Linearmotor (5A, 5B; 5A', 5B') angetrieben wird, wobei der Linearmotor (5A, 5B; 5A', 5B') einen Ständer (5A; 5A') und einen Läufer (5B; 5B') umfasst und der Läufer (5B; 5B') direkt an dem angetriebenen Maschinenelement (3; 3') befestigt ist, und wobei das Exzenterelement (2; 2') als Exzenter Scheibe ausgebildet ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Linearmotor (5A, 5B; 5A', 5B') mittels einer Regeleinrichtung (10; 10') derart angesteuert wird, dass eine Abweichung

der Position des angetriebenen Maschinenelements (3; 3') von einer vorgegebenen Sollposition kleiner als ein vorgegebener Differenzwert ist.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei die Regeleinrichtung (10; 10') einen Regelalgorithmus ausführt, durch den die Abweichung der Position des angetriebenen Maschinenelements (3; 3') von einer Sollposition für eine bestimmte Solldrehzahl des ersten Motors (1; 1') minimiert wird.

## Claims

1. Machine with an eccentric drive, wherein a first motor (1; 1') displaces an eccentric element (2; 2') into a rotary motion of a given rotational direction and wherein the eccentric element (2; 2') drives a machine element (3; 3') mechanically coupled to the eccentric element (2; 2') and displaces it into a motion with a periodically alternating direction of motion, wherein the driven machine element (3; 3') is additionally coupled to at least one linear motor (5A, 5B; 5A', 5B'),  
**characterised in that** the linear motor (5A, 5B; 5A', 5B') comprises a stator (5A; 5A') and a rotor (5B; 5B') and the rotor (5B; 5B') is directly attached to the driven machine element (3; 3'), and that the eccentric element (2; 2') is designed as an eccentric disk.
2. Machine according to claim 1, wherein the eccentric element (2; 2') is softly mounted.
3. Machine according to one of the preceding claims, wherein the eccentric drive contains at least one elastic element.
4. Machine according to one of the preceding claims, wherein the machine comprises at least one sensor element (8; 8'), by which the position of the driven machine element (3; 3') can be captured.
5. Machine according to one of the preceding claims, wherein the machine comprises at least one control unit (10; 10'), by means of which the linear motor (5; 5') can be actuated such that a deviation between the driven machine element (3; 3') and a predefinable target position is smaller than a predefinable difference value.
6. Method for improving the precision of a non-linear motion of a driven machine element (3; 3'), wherein an eccentric element (2; 2') is displaced by a first motor (1; 1') into a rotary motion of a given rotational direction and wherein a machine element (3; 3') mechanically coupled to the eccentric element (2; 2') is driven by the eccentric element (2; 2') and is displaced into a motion with a periodically alternating

direction of motion, **characterised in that** the driven machine element (3; 3') is additionally driven by a linear motor (5A, 5B; 5A', 5B'), wherein the linear motor (5A, 5B; 5A', 5B') comprises a stator (5A; 5A') and a rotor (5B; 5B') and the rotor (5B; 5B') is directly attached to the driven machine element (3; 3'), and wherein the eccentric element (2; 2') is designed as an eccentric disk.

7. Method according to claim 6, wherein the linear motor (5A, 5B; 5A', 5B') is actuated by means of a control unit (10; 10') such that a deviation between the position of the driven machine element (3; 3') and a predefinable target position is smaller than a predefinable difference value.
8. Method according to claim 6 or 7, wherein the control unit (10; 10') executes a control algorithm, by which the deviation between the position of the driven machine element (3; 3') and a target position for a given target rotational speed of the first motor (1; 1') is minimised.

## Revendications

1. Machine à commande par excentrique, dans laquelle un premier moteur (1 ; 1') met un élément (2 ; 2') d'excentrique en un mouvement de rotation dans un sens déterminé, et dans lequel (2 ; 2') l'excentrique entraîne un élément (3 ; 3') de machine couplé mécaniquement à l'élément (2 ; 2') d'excentrique et le met en un mouvement ayant un sens alternant périodiquement, l'élément (3 ; 3') de machine entraîné étant accouplé supplémentairement à au moins un moteur (5A, 5B ; 5A', 5B') linéaire,  
**caractérisée en ce que** le moteur (5A, 5B ; 5A', 5B') linéaire comprend un stator (5A ; 5A') et un rotor (5B ; 5B') et le rotor (5B ; 5B') est fixé directement à l'élément (3 ; 3') de machine entraîné et **en ce que** l'élément (2 ; 2') d'excentrique est sous la forme d'un disque d'excentrique.
2. Machine suivant la revendication 1, dans laquelle l'élément (2 ; 2') d'excentrique est monté souple.
3. Machine suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle la commande par excentrique comporte au moins un élément élastique.
4. Machine suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle la machine comprend au moins un élément (8 ; 8') de sonde, par lequel la position de l'élément (3 ; 3') de machine entraînée peut être détectée.
5. Machine suivant l'une des revendications précédentes, dans laquelle la machine comprend au moins

un dispositif (10; 10') de commande et de régulation, au moyen duquel le moteur (5; 5') linéaire peut être commandé de manière à ce qu'un écart de l'élément (3 ; 3') de machine à entraîner à une position de consigne pouvant être donnée à l'avance soit plus petit qu'une valeur de différence pouvant être donnée à l'avance. 5

6. Procédé d'amélioration de la précision d'un mouvement non linéaire d'un élément (3 ; 3') de machine entraîné, dans lequel on donne par un premier moteur (1 ; 1') un mouvement de rotation dans un sens déterminé à un élément (2 ; 2') d'excentrique et dans lequel on entraîne par l'élément (2 ; 2') d'excentrique un élément (3 ; 3') de machine couplé mécaniquement à l'élément (2; 2') d'excentrique et on lui donne un mouvement ayant un sens alternant périodiquement, **caractérisé en ce que** l'on entraîne l'élément (3 ; 3') de machine entraîné supplémentaires par un moteur (5A, 5B ; 5A', 5B') linéaire, le moteur (5A, 5B ; 5A', 5B') linéaire comprenant un stator (5A ; 5A') et un rotor (5B ; 5B') et le rotor (5B ; 5B') étant fixé directement à l'élément (3 ; 3') de machine entraîné et **en ce que** l'élément (2 ; 2') d'excentrique est sous la forme d'un disque d'excentrique. 10 15 20 25

7. Procédé suivant la revendication 6, dans lequel on entraîne le moteur (5A, 5B ; 5A', 5B') linéaire au moyen d'un dispositif (10; 10') de régulation de manière à ce qu'un écart de l'élément (3; 3') de machine entraîné à une position de consigne donnée à l'avance soit plus petit qu'une valeur de différence pouvant être donnée à l'avance. 30

8. Procédé suivant la revendication 6 ou 7, dans lequel le dispositif (10; 10') de régulation exécute un algorithme de régulation, par lequel l'écart de la position de l'élément (3 ; 3') de machine entraîné à une position de consigne est minimisé pour une vitesse de consigne déterminée du premier moteur (1 ; 1'). 35 40

45

50

55

FIG 1

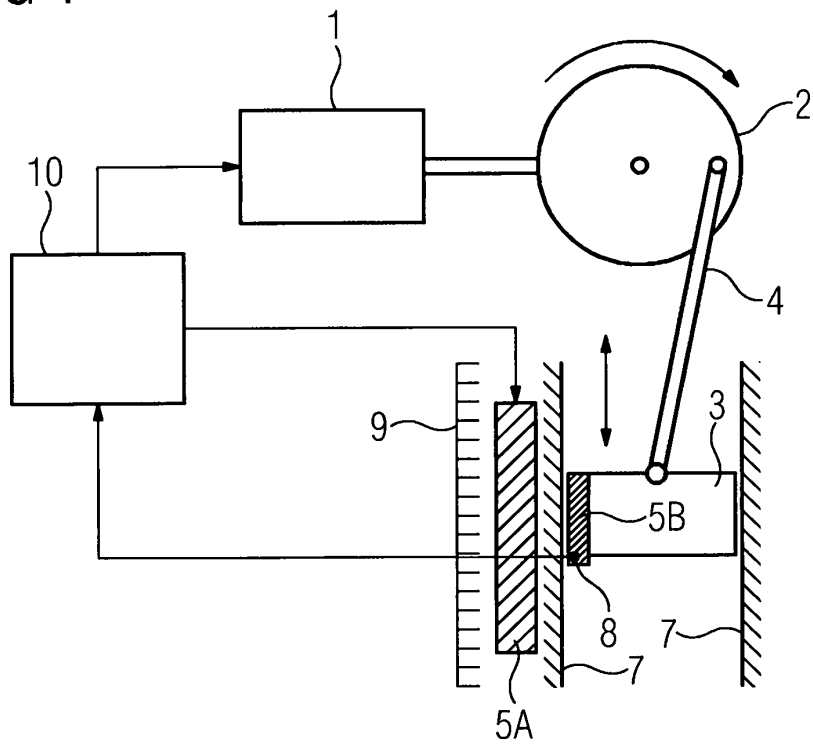


FIG 2

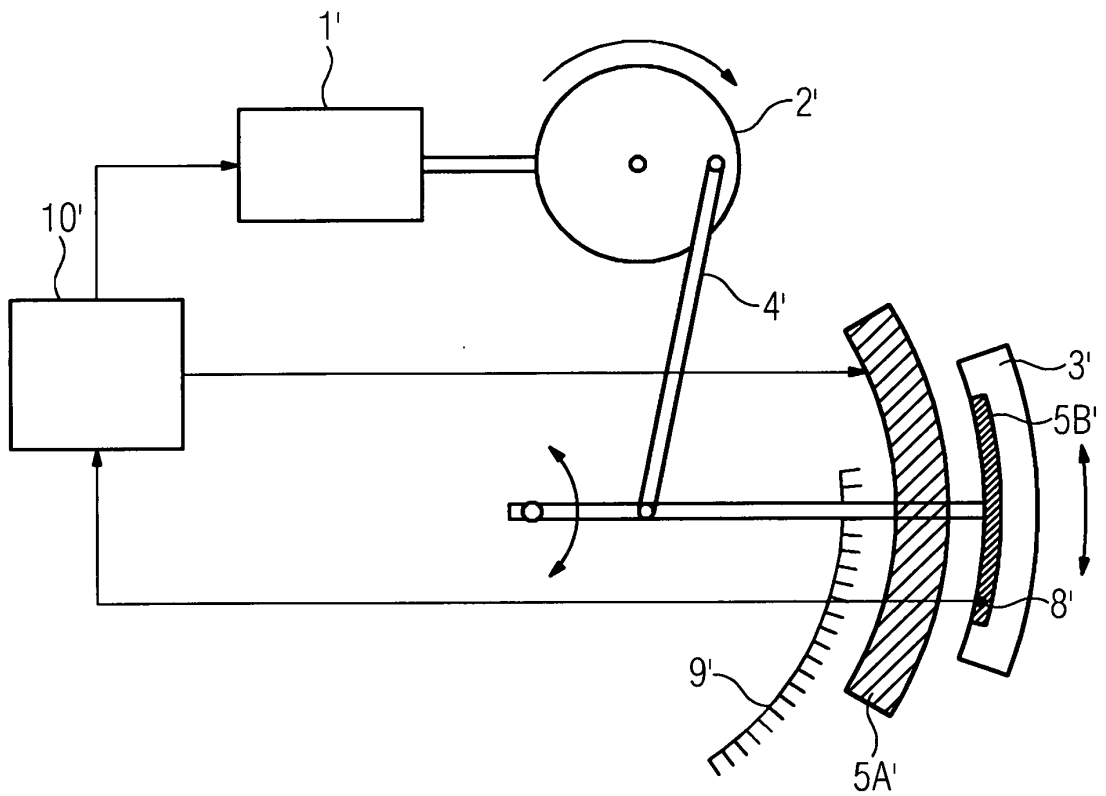
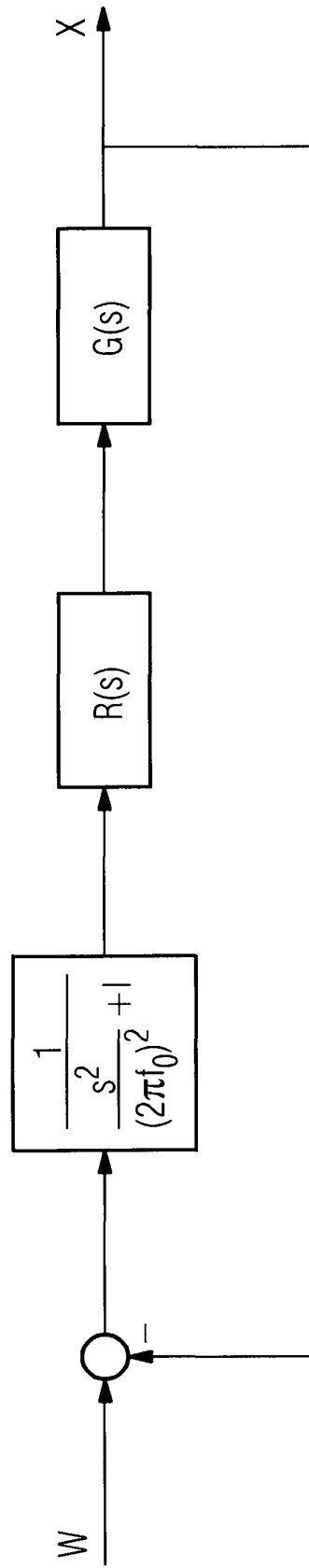


FIG 3





**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 2174748 A1 [0005]
- DE 102006056520 A1 [0006]
- EP 1892083 A2 [0007]
- WO 2007091935 A1 [0008]